

磨料磨具技術手冊

中國磨料磨具工業公司



兵器工業出版社

磨

PDG

TG 7-62
M 54

磨料磨具技術手冊

中国磨料磨具工业公司

G719/11

钢铁研究
兵器图书馆
藏书之章
兵器出版社

223053



(京)新登字 049 号

内 容 简 介

本手册是中国磨料磨具工业公司组织国内 30 多位专家, 经 5 年的努力编写成的。包括超硬磨料(材料)磨具、普通磨料磨具、硅碳棒和磨具选择(磨削)等四部分, 共 10 篇, 即刚玉磨料、碳化硅磨料、陶瓷磨具、树脂磨具、橡胶磨具、涂附磨具、硅碳棒、超硬材料合成、超硬材料制品和磨具选择。

本手册全面总结了我国 50 年来的磨料磨具生产实际经验, 也吸收了国外资料中的有关内容, 是建国以来第一部有关磨料磨具内容的手册。它结构简明、内容丰富、数据可靠, 对从事磨料磨具生产、磨削加工的工程技术人员和有关方面的科研、教学人员来讲是一本较好的工具书。

磨料磨具技术手册

孟庆辉 李印江 主编

责任编辑 尤兰琴 周延民 张凤英

美术编辑 齐岩

兵器工业出版社 出版发行
(北京市海淀区车道沟 10 号)

各地新华书店经销

北京昌平百善印刷厂印装

开本: 787×1092 1/16 印张: 95.5 字数: 2371.2 千字

1993 年 10 月第 1 版 1993 年 10 月第 1 次印刷

印数: 1-4000 定价: 120 元

ISBN 7-80038-721-6/TG·42



《磨料磨具技术手册》组织委员会

成员名单

主任委员：孟庆辉

副主任委员：陈和生 杜援朝 贺以权 钱维圭 严可标
周洪 陈孟勤 孙致太 刘全义 吴世平
王裕东 王文胜 周成杰 孟昭玉 许春山
李怡新 王金生 郭志炯 叶景光 刘胜华
陈宇红 朱庆生 吴舒民
委 员：王俊安 陈德旺 杨金河 高绪南 贺进科
姜延红 王德友 聂玉龙 钱俊芳 朱顺合
刘俊杰 吴质均 丁明华 徐顺利 曹凤全
刘甫志 李盛祥 姜启海 徐永存 李普生
姚有章 王华英 殷文禄 王春林 潘永堂
刘云正 龙始华 何领然 李安存 孔仲良
唐耀林 吴国昌 陈 龙 张万华 于书祥
高成喜 彭 斌



《磨料磨具技术手册》编辑委员会

成员名单

主 编: 孟庆辉 李印江

副 主 编: 张朝乾 钱维圭 陆 诚 陈亮梅 徐湘涛 高成喜
姬长元 余 森 刘炳基 高 忠 徐子清 苏 民
王文经 梁绪田 马福全 王光祖

编著和审稿人员:

刚玉部分由莫泰民 (高级工程师)、陈俊喜 (工程师)、周良 (讲师) 编著, 王小我 (高级工程师) 审稿;

碳化硅部分由石世鸣 (高级工程师)、邓元刚 (高级工程师) 编著, 余森 (高级工程师)、梁绪田 (高级工程师) 审稿;

陶瓷磨具部分由马福全 (高级工程师)、何觉 (高级工程师)、刘炳基 (高级工程师)、邓碧岳 (教授级高级工程师)、李印江 (高级工程师)、华勇 (讲师) 编著, 刘炳基 (高级工程师)、马福全 (高级工程师)、刘松藻 (高级工程师) 审稿;

树脂磨具部分由王锦定 (高级工程师)、沈春芳 (高级工程师) 编著, 李印江 (高级工程师)、梅伯均 (高级工程师) 审稿;

橡胶磨具部分由王延年 (工程师) 编著, 苏民 (高级工程师) 审稿;

涂附磨具部分由高忠 (高级工程师)、张惠民 (讲师) 编著, 高忠 (高级工程师) 审稿;

硅碳棒部分由许伟 (工程师) 编著, 国兴杰 (高级工程师) 审稿;

超硬材料部分由王光祖 (教授级高级工程师)、李延臣 (工程师) 王秦生 (副教授) 编著, 王秦生 (副教授) 审稿;

超硬材料制品部分由徐湘涛 (高级工程师)、王秦生 (副教授) 编著, 陈已珊 (高级工程师) 审稿;

磨具选择部分由刘浦生 (高级工程师)、董翠然 (高级工程师) 编著, 王文经 (高级工程师) 审稿;

附录部分由刘炳基（高级工程师）、马福全（高级工程师）编著，
马福全（高级工程师）审稿；

全书主审：钱维圭（教授级高级工程师）；

其他参加全书审稿人员：李向光（高级工程师）、夏瑶峰（高级工
程师）、丛惠兹（总工程师）、刘庆丰（总会计师）、汪恩喜（工程师）



前 言

研磨加工在我国已有几千年的历史，殷商时期的精美玉器，战国时期的铜剑铜戈都有研磨的加工过程，当时都是选用天然的磨料磨具。生产人造磨料磨具在我国只有 50 多年的历史，但目前在世界范围中我国已是屈指可数的磨料磨具生产大国。为总结我国 50 年来磨料磨具的生产实践，提高技术水平，为磨料磨具专业与机械加工专业的工程技术人员、管理干部和高、中级技术工人提供一本简明、准确、实用的工具书，1988 年 5 月在深圳中国磨料磨具工业公司常务董事会上提出由公司组织编写一本《磨料磨具技术手册》（以下简称“手册”），以实现这一目的。为此成立了由公司成员单位主要领导组成的组织委员会和由具有丰富实践经验和理论知识的工程技术人员组成的编辑委员会，并于 1989 年 5 月 23 ~ 25 日在郑州召开了编辑委员会会议，与会同志对“手册”的总体设想和包括磨料、磨具、超硬材料、硅碳棒、磨具选择等 10 个篇目的编写大纲进行了充分认真的讨论，确定了各篇按产品分类，既有相对的独立性又要保持全书的完整、统一的编写原则，对“手册”的编写技术要求，各部分大纲的协调、分工等也作了具体安排。

70 年代曾以磨料磨具磨削研究所为主组织编写过磨料磨具手册，但因故未能出版。自 1983 年以来中国磨料磨具工业公司又组织编写了磨料磨具技术工人培训教材和习题集，初、中级共 40 多本，还有一些其他技术书籍，在此基本上并参考磨料磨具丛书和国内外其他技术资料，经过编辑人员两年多的努力，完成了全部初稿的编写工作。编辑人员所在单位的领导在人力、物力及提供有关资料方面也给予了最大支持，使编写工作得以顺利完成。

本“手册”的刚玉部分由莫泰民、陈俊喜撰写，周良补充整理，王小我审稿。碳化硅部分由余森编写大纲，石世鸣撰稿，电气部分由邓元刚撰稿；余森、梁绪田审稿，周良作了整理工作。陶瓷磨具部分主要由马福全等（一~ 八章）与何觉等（九~ 十三章）撰写；第一章由刘炳基执笔，配方回归设计部分由李印江执笔，菱苦土部分的稿件由邓碧岳提供，审稿分别由刘炳基、马福全完成，马福全、华勇整理了这部分稿件。树脂磨具部分由王锦定（四~ 七章）和沈春芳（一~ 三章）撰写。超硬材料及其制品两部分王秦生作了整理工作并撰写第八篇的第十一章和第九篇的第五~ 七章。郑州机专的张惠民等几位青年教师也参加了部分稿件的整理。全部稿件由钱维圭审理，他对全部文字和公式作了大量复核、修改、增删和调整工作，对疑难部分又与作者协商研讨，使文稿内容和结构更趋准确、合理。参加整体审稿工作的还有李向光总工程师；参加部分审稿、定稿工作的有夏瑶峰、丛惠兹、刘庆丰、汪恩喜。中国机床工具工业协会磨料磨具专业协会对“手册”的编辑工作给予积极热情的支持。

本“手册”虽经数年的编、审、校工作，现已面世，但疏漏和错误之处在所难免，恳请广大读者批评指正！

《磨料磨具技术手册》编辑委员会

1992 — 05 — 31

目 录

第一篇 刚玉磨料

第一章 绪论	(3)
第一节 刚玉磨料的品种及代号	(3)
第二节 刚玉的特征及用途	(3)
第三节 磨料粒度及其组成	(4)
第二章 刚玉磨料的理化性质	(7)
第一节 刚玉磨料的化学性质	(7)
第二节 刚玉磨料的物理性质	(9)
第三章 原材料	(15)
第一节 原材料分类	(15)
第二节 原材料主要性能、指标	(16)
第三节 国产原材料性能分析	(17)
第四节 矾土	(18)
第五节 还原剂 (碳素材料)	(20)
第六节 铁屑 (澄清剂)	(21)
第七节 黄铁矿 (FeS_2)	(21)
第八节 锆英砂和二氧化锆	(22)
第九节 铝氧粉 (Al_2O_3)	(22)
第十节 电极	(23)
第四章 刚玉冶炼	(24)
第一节 棕刚玉冶炼	(24)
第二节 微晶刚玉 (MA)	(46)
第三节 单晶刚玉 (SA)	(48)
第四节 锆刚玉 (ZA)	(54)
第五节 白刚玉 (WA)	(60)
第六节 铬刚玉 (PA)	(68)
第七节 烧结刚玉 (GS)	(71)
第八节 空心球刚玉	(74)
第五章 备配料工艺	(75)
第一节 备料	(75)
第二节 配料	(77)
第三节 原材料贮存	(80)
第六章 刚玉冶炼设备	(82)

第一节 刚玉电炉的机械设备	(82)
第二节 电炉电气设备	(89)
第三节 辅助装置	(95)
第七章 刚玉冶炼用电炉参数	(98)
第一节 基本名词	(98)
第二节 电炉参数	(98)
第三节 固定炉与倾倒炉电炉参数比较	(104)
第四节 棕、白刚玉冶炼电炉参数	(107)
第八章 刚玉冶炼的技术指标和物能平衡	(110)
第一节 技术指标与原材料消耗指标	(110)
第二节 工艺材料消耗定额	(111)
第三节 刚玉冶炼物料平衡	(111)
第四节 刚玉冶炼炉能量平衡	(113)
第九章 刚玉磨料的制粒加工	(115)
第一节 磨料加工概况	(115)
第二节 刚玉破碎加工	(116)
第三节 刚玉磨料筛分制粒	(125)
第四节 刚玉微粉	(135)
第五节 磁选作业与设备	(141)
第六节 成品检查	(143)
附录	(145)

第二篇 碳化硅磨料

第一章 绪论	(151)
第一节 碳化硅磨料的化学成分	(151)
第二节 碳化硅的化学性质	(152)
第三节 碳化硅的物理性能	(154)
第四节 碳化硅晶体结构	(156)
第五节 碳化硅的用途	(157)
第二章 碳化硅冶炼用料	(159)
第一节 硅砂	(159)
第二节 碳质材料	(159)
第三节 辅助原料	(161)
第四节 回炉料	(162)
第五节 碳化硅冶炼用料堆积密度及安息角	(164)
第三章 碳化硅冶炼炉	(165)
第一节 冶炼炉类型	(165)
第二节 冶炼炉结构	(166)

第三节	冶炼炉砌筑	(168)
第四节	碳化硅冶炼炉设计	(172)
第四章	碳化硅冶炼的物理化学原理	(176)
第一节	反应历程	(176)
第二节	碳化硅晶体的生长	(177)
第三节	杂质的影响及其重新分布	(178)
第四节	冶炼过程中炉电阻的变化和电流分布	(178)
第五章	冶炼碳化硅的配料计算	(181)
第一节	配料计算准备	(181)
第二节	配料计算步骤	(185)
第三节	配方调整计算	(187)
第六章	碳化硅冶炼工艺作业	(188)
第一节	工艺流程	(188)
第二节	配料与混料	(189)
第三节	电炉准备	(189)
第四节	装炉	(190)
第五节	送电冶炼	(192)
第六节	冷却与出炉分级	(194)
第七节	炉况分析	(196)
第八节	冶炼的主要技术经济指标	(197)
第七章	供电系统	(200)
第一节	供电系统	(200)
第二节	调压方式	(210)
第三节	短网布置	(211)
第八章	碳化硅冶炼炉物料平衡与热平衡	(215)
第一节	被测试碳化硅冶炼炉(1#炉)主要参数	(215)
第二节	物料平衡与热平衡体系的划分	(215)
第三节	物料平衡与热平衡测试步骤及方法	(215)
第九章	碳化硅制粒	(226)
第一节	碳化硅制粒工艺流程	(226)
第二节	破碎	(226)
第三节	颗粒整形	(229)
第四节	水洗、酸碱洗与干燥	(230)
第五节	筛分	(232)
第六节	磁选	(235)
第七节	碳化硅磨料质量检查	(237)
第十章	碳化硅微粉制造	(238)
第一节	碳化硅微粉制造	(238)
第二节	原料及其粉碎	(238)

第三节	磁选与酸碱洗	(239)
第四节	水力分级	(239)
第五节	干燥、筛松与检查	(243)
第十一章	环境保护	(244)
第一节	碳化硅冶炼炉的有害气体	(244)
第二节	碳化硅制造过程中的粉尘	(245)
第三节	碳化硅制造过程的废水	(246)
第十二章	立方碳化硅磨料制造	(247)
第一节	炭管炉冶炼立方碳化硅	(247)
第二节	从冶炼普通绿碳化硅炉上拣选立方碳化硅	(248)
第三节	炉芯法治炼立方碳化硅	(248)
第十三章	电工碳化硅制造	(249)
第一节	硅碳棒用绿碳化硅	(249)
第二节	避雷器用碳化硅	(249)
第十四章	脱氧剂及耐火材料用碳化硅	(251)
附录 I	(253)
附录 II	(254)

第三篇 陶瓷磨具

第一章	普通固结型磨具总论	(257)
第一节	普通磨具的分类	(257)
第二节	磨具的结构和性能	(257)
第二章	原材料	(274)
第一节	磨料	(274)
第二节	结合剂原材料	(275)
第三节	润湿剂和润湿粘结剂	(292)
第四节	浸渍剂	(303)
第三章	结合剂的选择	(304)
第一节	选择结合剂时需要测试的物理、化学及机械性能项目	(304)
第二节	选择结合剂时所要考虑的因素	(314)
第三节	结合剂的类型	(315)
第四节	结合剂的分工举例	(323)
第四章	结合剂原材料的粉碎加工和结合剂的混制	(327)
第一节	对原材料加工的基本要求	(327)
第二节	常用的结合剂原材料加工机械	(328)
第三节	结合剂原材料的加工流程	(336)
第四节	结合剂的混制	(338)
第五节	结合剂材料加工与混制过程的物料输送	(342)

第六节	结合剂及原材料的储存	(345)
第五章	粉、粒体物料的物理性	(346)
第一节	堆积密度	(346)
第二节	粉粒体的摩擦角	(346)
第三节	粉粒体的润湿	(348)
第四节	粉粒体的附着性	(349)
第五节	粉粒体的偏析现象	(350)
第六节	架桥现象	(350)
第七节	圆筒形及圆锥形容器中的粉体静压力	(352)
第八节	粉粒体中的压力传递	(352)
第九节	粉粒体的压实机理	(353)
第六章	配方设计	(355)
第一节	与配方设计有关的一些基本概念	(355)
第二节	配方设计时要考虑的因素	(356)
第三节	配方的形式	(357)
第四节	配方设计的内容	(359)
第五节	配方实验	(365)
第六节	磨具成品组织号计算	(376)
第七章	压制成型用的成型料制备	(380)
第一节	成型料应具备的工艺性能	(380)
第二节	粗、细粒度一般成型料的制备工艺	(381)
第三节	混料机	(381)
第八章	磨具的成型	(390)
第一节	成型方法的分类及其适用范围	(390)
第二节	几种磨具的成型方法选择举例	(392)
第三节	压制成型	(392)
第四节	热蜡注成型	(419)
第九章	干燥	(428)
第一节	干燥原理	(428)
第二节	干燥流程	(429)
第三节	干燥方法	(431)
第四节	干燥设备	(432)
第五节	干燥曲线	(435)
第六节	干燥坯体的存放	(436)
第七节	干燥废品及其预防	(437)
第十章	磨具的烧成	(438)
第一节	磨具在焙烧过程中的物理化学变化	(438)
第二节	窑的类型	(446)
第三节	燃料	(470)

第四节	窑具	·····	(481)
第五节	窑体用耐火材料与砌体材料	·····	(484)
第六节	附属装置	·····	(493)
第七节	测量仪表及控制手段	·····	(500)
第八节	节能途径	·····	(506)
第十一章	完成加工	·····	(507)
第一节	加工机床	·····	(507)
第二节	加工用的工具	·····	(517)
第三节	磨头装柄机	·····	(521)
第四节	加工中的装卸料装置	·····	(521)
第十二章	成品检验	·····	(524)
第一节	磨具质量标准内容及对使用的影	·····	(524)
第二节	检验项目	·····	(525)
第三节	检验设备	·····	(538)
第四节	检验用工具	·····	(543)
第五节	废品分析	·····	(544)
第十三章	菱苦土结合剂磨块	·····	(549)
第一节	概述	·····	(549)
第二节	菱苦土磨块	·····	(551)

第四篇 树脂磨具

第一章	树脂磨具的原材料	·····	(559)
第一节	磨料	·····	(559)
第二节	结合剂	·····	(559)
第三节	辅助材料	·····	(583)
第二章	树脂磨具配方	·····	(590)
第一节	基本概念	·····	(590)
第二节	树脂磨具的配方设计	·····	(591)
第三章	树脂磨具配混料	·····	(596)
第一节	配料计算	·····	(596)
第二节	混料工艺流程	·····	(598)
第三节	混料设备技术参数	·····	(599)
第四节	混料工艺操作规范	·····	(601)
第五节	混料干湿度调节	·····	(601)
第六节	影响混合料混制均匀的因素	·····	(602)
第七节	混合料均匀度的检验	·····	(602)
第八节	润湿剂与结合剂的混料比例关系	·····	(602)
第四章	树脂磨具成型	·····	(605)

第一节	成型工艺类种	(605)
第二节	模压成型	(605)
第三节	热压成型	(610)
第四节	擀压成型	(611)
第五节	辊轧成型	(612)
第六节	薄片砂轮模压成型	(613)
第五章	树脂磨具硬化	(615)
第一节	硬化的意义	(615)
第二节	硬化设备	(615)
第三节	液体酚醛树脂的硬化特性	(617)
第四节	粉状酚醛树脂的硬化特性	(618)
第五节	硬化条件对磨具机械性能的影响	(618)
第六节	磨具的装炉方法	(621)
第七节	磨具的硬化规范	(621)
第八节	冷却和出炉	(624)
第九节	树脂磨具硬化程度的检验	(624)
第十节	磨具精整形	(624)
第六章	树脂专用磨具制造	(625)
第一节	铍形砂轮	(625)
第二节	树脂重负荷荒磨砂轮	(628)
第三节	镜面磨削砂轮	(629)
第四节	齿轮珩磨轮	(630)
第五节	PVA 砂轮	(632)
第六节	树脂高速强力磨钻头砂轮	(633)
第七章	树脂磨具质量检验	(635)
第一节	产品标准	(635)
第二节	废品分析及预防措施	(639)

第五篇 橡胶磨具

第一章	原材料	(645)
第一节	橡胶	(645)
第二节	配合剂	(652)
第三节	磨料	(664)
第二章	基本工艺	(666)
第一节	工艺流程图	(666)
第二节	原材料加工处理	(668)
第三节	配方设计	(672)
第四节	混炼	(678)

第五节 成型料的混制	(681)
第六节 磨具成型	(683)
第七节 硫化	(690)
第八节 加工	(698)
第九节 磨具检验	(699)
第三章 橡胶磨具制品	(704)
第一节 橡胶磨具分类	(704)
第二节 磨具特征及标志	(705)
第三节 橡胶磨具常见废品及预防措施	(707)
第四章 设备与工装	(708)
第一节 橡胶机械	(708)
第二节 橡胶磨具工装	(717)

第六篇 涂附磨具

第一章 概况	(723)
第一节 涂附磨具的定义和结构	(723)
第二节 涂附磨具的分类	(723)
第三节 涂附磨具的特征标记	(725)
第四节 涂附磨具生产工艺	(726)
第二章 制造涂附磨具的常用原材料	(728)
第一节 磨料的种类	(728)
第二节 涂附磨具对磨料的特殊要求	(729)
第三节 磨料的处理	(730)
第四节 浆料	(732)
第五节 基体	(737)
第六节 粘结剂	(746)
第七节 辅料	(762)
第三章 涂附磨具制造工艺	(768)
第一节 涂附磨具的配方	(768)
第二节 动物胶制胶工艺	(772)
第三节 涂胶和植砂	(773)
第四节 砂带生产工艺	(774)
第五节 砂盘生产工艺	(779)
第四章 涂附磨具生产设备	(782)
第一节 涂附磨具生产线	(782)
第二节 辅助设备	(786)
第五章 成品检测与废品分析	(789)
第一节 成品质量检测	(789)

第二节 废品分析	(796)
----------------	-------

第七篇 硅碳棒

第一章 硅碳棒的分类、代号、性质和用途	(805)
第一节 概述	(805)
第二节 硅碳棒的代号、形状、规格表示法	(805)
第三节 硅碳棒的规格	(806)
第四节 硅碳棒的物理特性、化学特性和电气特性	(810)
第二章 原材料	(812)
第一节 碳化硅	(812)
第二节 硅	(812)
第三节 石英砂	(812)
第四节 碳及其粘结剂	(813)
第五节 原料的消耗指标	(813)
第三章 生产工艺	(814)
第一节 概述	(814)
第二节 成型坯料的制备	(814)
第三节 成型	(816)
第四节 素烧	(819)
第五节 烧成	(824)
第六节 其它型号碳化硅质电热元件工艺要点	(830)
第四章 生产设备与工装	(833)
第一节 混料、成型的设备与工装	(833)
第二节 素烧的设备与工装	(835)
第三节 烧成用设备与工装	(836)
第四节 喷铝设备	(839)
第五节 其它设备与工装	(840)
第五章 成品检验	(842)
第一节 成品检验	(842)
第二节 常见废品类型及改进措施	(842)
第六章 硅碳棒选择与使用的有关问题	(845)
第一节 硅碳棒电炉电容量的计算	(845)
第二节 炉内温度、表面负荷密度与硅碳棒表面温度的关系	(846)
第三节 硅碳棒规格、数量的选择	(846)
第四节 硅碳棒额定电压的计算	(847)
第五节 硅碳棒的接线、更换和安装	(847)
第六节 硅碳棒电炉所用变压器	(849)

第八篇 超硬材料合成

第一章 金刚石的分类及用途	(853)
第一节 通类	(853)
第二节 天然金刚石的应用分类	(856)
第三节 金刚石的主要用途	(860)
第二章 金刚石的主要性质	(862)
第一节 金刚石的晶体结构与晶体形态	(862)
第二节 金刚石的力学性质	(871)
第三节 金刚石的电磁性质	(875)
第四节 金刚石的热学性质	(878)
第五节 金刚石的光学性质	(881)
第三章 碳和触媒金属的相图及石墨-金刚石平衡曲线	(890)
第一节 碳的相图	(890)
第二节 石墨-金刚石平衡曲线	(890)
第三节 碳和某些金属的状态图	(892)
第四章 超高压高温装备与技术	(909)
第一节 超高压装备	(909)
第二节 超高压测量	(923)
第三节 高压下高温的产生与测量	(929)
第五章 合成金刚石的主要原材料	(932)
第一节 碳素材料	(932)
第二节 触媒材料	(937)
第三节 传压介质	(942)
第六章 金刚石的合成	(949)
第一节 金刚石的合成方法	(949)
第二节 金刚石的合成机理	(950)
第三节 静压触媒法合成金刚石的试件组装形式	(954)
第四节 温度、压力与金刚石晶体生长关系	(956)
第五节 合成工艺参数的选择	(959)
第六节 类金刚石和金刚石薄膜的生长	(962)
第七章 金刚石的提纯与分选	(965)
第一节 金刚石的提纯	(965)
第二节 金刚石的分选	(970)
第三节 金刚石的检测	(976)
附录 粒度组成检验方法	(980)
第八章 微粉制造	(983)
第一节 微粉分级原理	(983)